Aus der Chirurgischen Klinik der Universität Breslau.
(Direktor: Geh. Rat Prof. Dr. Küttner.)

Die Theorien zur Entstehung der typischen Radiusfraktur (loco classico).

Inaugural-Dissertation

zur

Erlangung der Doktorwürde

in der

Medizin und Chirurgie

der

Medizinischen Fakultät der Schlesischen

Friedrich Wilhelms-Universität zu Breslau

R. UNIV. BIBLIOTHEEK LEIDEN

vorgelegt von

Alfred Wagner,

Arzt,

Neurode, Knappschaftslazarett.

Breslau 1925.

Druck der Breslauer Genossenschafts-Buchdruckerei, E. G. m. b. H.

Gedruckt mit Genehmigung der Medizinischen Fakultät
der Schlesischen Friedrich Wilhelms-Universität zu Breslau.
Berichterstatter: Geh. Med.-Rat Professor Dr. Küttner.

In treuem Gedenken an meinen verstorbenen Vater

Herrn Dr. Kolbe, Neurode

gewidmet.

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41543121_0113

Schon seit ältesten Zeiten mag es vorgekommen sein, daß die Menschen im Bestreben, einen drohenden Fall aufzuhalten, ihre Hände ausgestreckt haben und dabei infolge stärkerer Gewalt einen Bruch der Speiche im unteren Anteil davontrugen.

Und doch weiß die Literatur des Altertums und fast des gesamten Mittelalters nichts zu berichten von einer solchen Fraktur.

Des englischen Arztes Colles Verdienst ist es, zum ersten Mal den Bruch des unteren Radiussegmentes erkannt und im Jahre 1814 als erster mit einer für damalige Zeiten erstaunlichen Genauigkeit beschrieben zu haben.

Heute ist es zum Allgemeingut der Medizin geworden, und man kann es im Handbuch der praktischen Chirurgie vom Jahre 1914 als wissenschaftliche Erkenntnis über die typische Radiusfraktur und deren Entstehungsmechanismus lesen:

„Unter der typischen Radiusfraktur (loco classico) verstehen wir den isolierten Bruch (meist Querbruch) des Knochens rund 10—25 (30) mm über dessen distalem Ende mit Verschiebung des distalen Fragmentes in dorsaler und meist radialer Richtung, häufig unter entsprechender luxationsähnlicher Mitverschiebung der Hand, fast durchweg zustande gekommen durch Fall auf die Volarseite der dorsalflektierten Hand."

Und als Mechanismus der Entstehung wird anerkannt die vereinigte Wirkung von Stoß und Gegenstoß und Riß, die erste dargestellt durch Bodenwiderstand, Körpergewichtsanteil und Geschwindigkeit der Fallbewegung, die zweite ausgelöst durch die im Sinne eines Zuges wirkende Kraft des Ligam. carpi volare profundum (radio carpeum).

Dazwischen liegt ein Zwischenraum von 100 Jahren und in ihm ein Kampf der Meinungen über die Theorien des Mechanismus der Entstehung der typischen Radiusfraktur.

Bei Lecomte ist einer ältesten, wenig begründeten Ansicht über den Entstehungsmechanismus von Pouteau und Petit Erwähnung getan, einer Theorie, die von Lecomte selbst als

Théorie de la contraction musculaire

bezeichnet wird. Pouteau glaubt nämlich, daß der Bogen des Radius, der auf der Elle aufliegt, durch den Muskelzug gesprengt werde, und daß dadurch zugleich die charakteristische Verschiebung der Fragmente herbeigeführt werde:

„Il admet que la contraction subite et violente des muscles pronateurs et supinateurs et surtont du muscle carré brise le cintre du radius précisément à son extrémité inférieure."

Demgegenüber betonte Dupuytren, daß der Bruch beim Fall auf die vorgestreckte Hand durch „Coup und Contrecoup", das heißt mit anderen Worten durch die Gewalt des fallenden Körpers übertragen durch den Oberarm auf den Vorderarm bezw. den Radius, und den Widerstand des Erdbodens, durch das Handgelenk ebenfals auf den Radius übertragen zustande komme; die spongiöse Beschaffenheit des Radius am unteren Ende erkläre die Fraktur gerade an dieser Stelle.

Goyrand, Diday, Malgaigne und Nélaton teilten die gleiche Ansicht und suchten ihrerseits beizutragen zur Klärung der Frage nach dem Entstehungsmechanismus der Fraktur, sie alle sind nach Lecomte die Vertreter der

Théorie de la transmission directe du choc.

Dupuytren definiert sie mit folgenden Worten:

„Dans une chute sur la main le radius doit être considéré comme pris entre deux forces transmises directement à ses deux étrémités, l'une représentée par l'impulsion du corps, l'autre par la résistence du sol"

und Goyrand fügt hinzu:

„et cette fracture a lieu ordinairement à l'éxtrémité inférieure de l'os parce qu'elle est extrémement spongieuse

et molle et le point sur lequel se concentre toute la violence extérieure."

Schrägbruch und das Vorkommen von Sternfrakturen sind ihnen bekannt; auch über die Verschiebung der Fragmente haben sie ein klares Bild, wenn Goyrand erklärt:

„le fragment inférieure, fixé au cubitus par le fibro cartilage du poignet, décrit dans son déplacement un mouvement d'arc de cercle, dont ce fibro-cartilage représente le rayon."

Und sie bleiben nicht bei Worten stehen. Nélaton erhärtet durch Leichenversuche die Theorie. Nach Amputation des Unterarms im Ellenbogengelenk wird derselbe vertikal auf eine harte Unterlage gestellt, wobei sich die Hand in möglichster Extension befindet, und auf das obere Ende der Unterarmknochen werden Schläge ausgeführt. Damit erzielt Nélaton stets Frakturen des Radius an der typischen Stelle.

So konnten die oben angeführten Autoren felsenfest überzeugt sein von der Richtigkeit ihrer Theorie, daß der typische Radiusbruch durch die Einwirkung des Körpergewichts einerseits, das durch die bewegte Masse beim Fall verstärkt wird, und durch den Widerstand des Bodens andererseits vermittels der Handwurzelknochen entstehe. Übergang der Spongiosa in die Kompakta ist für sie als der locus minoris resistentiae die Bedingung für den Sitz der Fraktur.

Voillemier, auch schon Malgaigne und nach ihm der Deutsche Linhart, nehmen nicht mehr den strengen Standpunkt der Stoßtheorie ein; schon bei ihnen findet sich die Meinung vertreten, daß namentlich die Querfrakturen — für die Schrägfraktur und den eingekeilten Bruch läßt Voillemier durchaus die direkte Einwirkung der brechenden Gewalten gelten — beim Fall auf die dorsalflektierte Hand durch eine übermäßige Spannung des volaren Handwurzelbandes zustande kommen.

Linhart gibt seiner Ansicht folgende Worte:

„Da der Bruch ein querer ist und durch Gegenstoß entsteht, so kann sein Mechanismus nicht anders gedeutet

werden als dadurch, daß das untere Ende von der Diaphyse direkt abgerissen wird. Der Bruch geschieht beim Fall auf die Hohlhand durch Losreißen von der Volarfläche aus, und erst bei weiter einwirkender Gewalt entsteht eine Splitterung gegen die Dorsalfläche hin durch einen Längsstoß."

Voillemier, der zuerst sagt:

Dans une chute sur le paume de la main, quand le radius repose sur la face dorsale du carpe, toute la puissance du choc est transmise directement à l'os"

ist also auch zunächst ein Anhänger der théorie de la transmission directe du choc, doch er muß zwei Fälle beobachten und ändert oder ergänzt seine Ansicht dahin:

„Je crois que dans ces deux cas l'arrachement seul aussi avait produit une fracture."

Diese beiden Fälle waren eindeutig, das eine Mal stürzt ein Patient gegen eine Sprosse einer stehenden Leiter mit dem vordersten Teil der Handfläche, das zweite Mal kommt eine Fraktur des Radius zustande bei einem Mann, dem von einem Freund ein etwas übermäßiger Händedruck und damit eine Hyperdorsalflexion zuteil geworden war. Zwei Fälle also, wo von Stoß und Gegenstoß nicht die Rede sein konnte, wo vielmehr nur eine Überdehnung der Hand als punctum fractionis angeschuldigt werden durfte.

Malgaigne hat von diesen beiden Fällen auch gehört, er kann sie in seine Theorie nicht vollkommen einreihen und sagt späterhin:

„Il est des cas-dit-il, plus nombreux peut-être qu'on ne serait tenté de le croire ou le poignet ne tombe pas directement sur le sol, et où l'os se brise, non point par la pression en sens inverse des deux forces dont nous avous parlé, mais par une flexion exagerée ent avant ou en arrière de la main."

So hat die Theorie des Stoßes und Gegenstoßes an Wert verloren und Gegner gefunden, und weitere Beobachtungen haben den Boden verbreitert für Lecomtes

„Theorie de l'arrachement",

die er 1860 zum ersten Mal vertritt in der „Nouvelles

recherches sur les fractures indirectes du radius", und die von nun an jahrzehntelang einzig und allein die herrschende ist.

Für ihn schaltet Stoß und Gegenstoß vollkommen aus, denn von einer Übertragung der Gewalt durch die Handwurzelknochen auf den Radius kann gar keine Rede sein, denn einmal kommt ja nur die zweite Reihe der Handwurzelknochen mit ihren Bogenpfeilern Os multangulum maius und Os hamatum mit dem Erdboden in Berührung, zum zweiten steht diese Reihe im rechten Winkel zur körpernäheren ersten Reihe, die Resultante der wirkenden Kräfte wird also nicht das untere Ende des Radius treffen. Dagegen ist die Hyperextension ständige Erscheinung, und die Dehnung des beim Sturz auf die Hohlhand bis zum äußersten gespannten Bandes an der volaren Handwurzelseite ist für ihn die alleinige Ursache des Bruches.

Lecomte wiederholt Nélatons Leichenversuche und ändert sie dahin ab, daß er vor der Ausführung der Schläge das volare Handwurzelband durchschneidet und auf diese Weise niemals, so oft er auch den Versuch wiederholen mag, eine typische Radiusfraktur erhalten kann.

So steht es für ihn unabänderlich fest:

„Les fractures indirectes de l'extrémité inférieure du radius se produisent toutes dans l'extension forcée du poignet et par le mécanisme fondatumental de l'arrachement . . . . ."

„et dans le mécanisme de cette fracture le ligament est l'agent essentiel de la lésion."

Ein ganzes Vierteljahrhundert blieb diese Ansicht unbekämpft und unangetastet, bis endlich 1855 Löbker-Greifswald dieser Theorie entgegentrat, indem er behauptete, daß durch die starke Dorsalflexion allein der Bruchmechanismus nicht voll und ganz erkärt werden könne. Mehr könne der reine Querbruch damit erklärt werden, aber der am meisten beobachtete typische Schrägbruch mit dem Verlauf von der Volarseite und unten nach der Dorsalseite und oben verlange eine andere Erklärung.

Beim Fall könne einmal wohl die Hohlhand mit der Carpalgegend auf den Erdboden aufstoßen und dadurch eine Dorsalflexion zustande kommen, es werde aber mindestens gleichzeitig ein Teil der Kraft durch direkten Kontakt des Carpus mit der unteren Gelenkfläche des Radius auf letzteren ohne weiteres übertragen.

Löbker hob hervor, daß der auf den Radius von seiten des fallenden Körpers übertragene Stoß und der als Gegenstoß wirkende Widerstand des Bodens hierbei immer als direkt wirkende Kräfte zur Geltung kommen; er faßt den Stoß auf als die Resultante der beiden Komponenten, nämlich der einen der Längsachse des Radius entsprechenden und der anderen parallel der Erdoberfläche wirkenden und erkennt diese Resultante wieder in der schrägen Bruchlinie.

Allerdings müßte dann die Bruchlinie immer ins Gelenk hinein verlaufen, die Wirklichkeit aber läßt die Bruchlinie in einer etwas oberhalb des Gelenks endigenden Querlinie verlaufen, daher nimmt er eine einreißende Wirkung des lig. carpi volar profundum an. Diese Rißwirkung des volaren Kapselbandes ändert dann die Bruchlinie ab, indem ihr Verlauf nach der Ansatzstelle des Bandes auf der Volarseite abgelenkt wird. Außerdem steht nach seiner Meinung die Einkeilung der Rißtheorie im Wege. Wenn wirklich „le ligament est l'agent essentiel de la lésion", dann muß, wenn der Abriß erfolgt ist, auch die Dislokation der Fragmente fertig sein, die Frakturgewalt kann nicht dann noch die Einkeilung bewirken, mit seinen Worten:

„Die Frakturen am unteren Drittel des Radius können mitunter ausschließlich par arrachement, mitunter auch ausschließlich durch Coup und Contrecoup hervorgerufen werden, der typische Bruch am unteren Ende des Knochens jedoch kommt sicher durch eine kombinierte Wirkung beider genannten Kräfte zuwege.

Damit ist die Reihe der Gegner der reinen Rißtheorie eröffnet. Das Jahr 1894 bringt zwei weitere Anfechter der Lecomteschen Theorie.

F. Bähr-Hannover greift den Satz Lecomtes an, daß die erste Reihe der Handwurzelknochen den Boden überhaupt nicht berühre, und beweist, daß man sehr wohl diese bei rechtwinkliger Dorsalflexion auf einem Papier abdrücken könne, wenn man nur den vorderen unteren Rand markiere; er führt weiter 35 Fälle der typischen Radiusfraktur an, wo nach ganz genauen Aussagen und Angaben der Patienten eine Dorsalflexion nicht in Frage kommen kann, wo also der volare Bandapparat im Sinne einer extremen Anspannung des lig. carpi vol. prof. nicht gewirkt haben kann.

Den Bruch mit Verlauf der Bruchlinie vom Dorsum ins Gelenk hinein sowie die Einkeilung kann er sich nur durch die Wirkung zweier einander entgegenwirkender Kräfte erklären.

Hennequin faßt Radius und Ulna als zwei Pyramiden mit viereckiger Basis und zylindrischer Spitze auf, derart, daß die Basis des einen Knochens der Spitze des anderen entspricht. Beim Fall auf die Hohlhand empfängt die Elle allein die Kraft des auf sie vom Oberarm übergehenden Stoßes, während den mit dem Oberarmbein nur in losem Kontakt stehenden, hingegen mit dem Carpus fest verbundenen Radius nicht nur der Widerstand des letzteren, sondern auch die ihm von der Ulna durch das Lig. interosseum übertragene Gewaltwirkung treffe.

„Pour que radius se brise dans les chutes sur le poignet il doit reçevoir et l'impulsion et la résistence."

Er vergleicht weiterhin den Radius mit einer nicht homogenen Wegestange. Wenn eine homogene Wegestange durch Einwirkung entgegengesetzter Kräfte bricht, geschieht es an der Stelle der Begegnung beider Kräfte. Ist die Wegestange nicht homogen, bricht sie unter gleichen Bedingungen an der schwächsten Stelle, die dem Zusammenstoßpunkte der beiden Kräfte am nächsten liegt. Der Radius ist eine nicht homogene Stange, nach H. ist das Collum radii die schwächste Stelle, diese unterliegt aber nicht der Fraktur, vielmehr die untere Extremität des Radius, diese muß also zwischen dem Widerstand von unten und der Kraft von oben,

die durch die Membrana interossea auf den Radius übertragen wird, liegen; die volle Kraft erreicht aber diesen Knochen erst am unteren Ende der Membran.

„Par consequent, ce n'est que progressivement que le cubitus se décharge sur segment du radius du poids que l'humerus lui avait transmis, poids qui tout en augmentant dehaut en bas, est inpérieure à la résistance du segment moyen et n'acquiert toute sa puissance qu'en dessous des derniers faisceaux du ligament interossaux c'est-à dire à l'extrémité inferieure.

Abreißung ist bei ihm nicht das punctum agens, denn Hyperextensio ist nicht das immer Bestehende.

Basierten diese ersten Anschauungen im wesentlichen auf klinische Beobachtungen und Leichenversuchen, so nimmt das weitere Studium dieser Fraktur die Röntgenstrahlen zu Hilfe. Mit ihr studiert Kahleyß die Form der Bruchlinien und die Deviation der Fragmente und muß auf Grund seiner Beobachtungen über den Bruchmechanismus mit Löbker übereinstimmen.

Destot und Gallois gehen wieder zu Leichenversuchen zurück; sie durchtrennen die Membrana interossea, sie durchschneiden das Lig. carpi vol. prof. und können trotzdessen eine Fraktur an typischer Stelle hervorrufen. Sie untersuchen weiterhin mit weniger Genauigkeit die Stellung der einzelnen Handwurzelknochen und kommen zu dem Schluß: Trifft ein genug starker Stoß und Gegenstoß die Thenar, so wirkt dieser durch das os naviculare und os lunatum auf den hinteren Gelenkrand und ruft eine Fraktur hervor."

Die Rißwirkung des Bandaparates wagen sie nicht vollkommen zu leugnen trotz ihrer Versuche, da auch ihnen die beiden Voillemierschen Fälle bekannt sind, aber sie meinen

„que le ligament radio-carpienne n'a pas l'importance que voulait lui donnez Lecomte" und behalten Stoß und Gegenstoß als Hauptanteil ihrer Meinung über den Entstehungsmechanismus der Fraktur.

Nach dieser Ära der Kombination von Stoß und Gegenstoß-Theorie, die auch deutsche Lehrbücher und Gelehrte wie Lexer, Hoffa, Helferich, Wullstein-Wilms u. a. anerkennen:

„Die typische Radiusfraktur entsteht meist als kombinierte Riß- und Abknickungsfraktur."

verneinen spätere Autoren überhaupt die Möglichkeit des Abrisses und lassen nur den Stoß vom Carpus her als den Bruch bewirkend gelten.

Für Rosenbach ist es ein Ding der Unmöglichkeit, daß das obere Band, das 2—5 mm nach aufwärts vom unteren Gelenkrande in das dünne Periost übergeht, eine Fraktur bewerkstelligen soll; für ihn ist die typische Radiusfraktur entstanden zu denken als Abknickungsbruch durch Stoß und Gegenstoß, ja, er will auch den gespannten Beugesehnen einen gewissen Anteil am Zustandekommen der Fraktur eingeräumt wissen.

Wolkowitsch vergleicht den Fall auf die Hand mit dem Versuch, das Körpergewicht auf die mit der Handfläche gegen die Tischplatte gestützte Hand zu übertragen.

Vor allem merkt man einen scharf hervortretenden Unterschied in der Lage der sich im Handgelenk vereinigenden Knochenoberflächen, wenn man die Hand stark extendiert und dabei nicht zur Innenseite hin sie wendet oder wenn man das Gegenteil tut. Im ersten Falle sind die Gelenkflächen in der Gelenkhöhle des Radius gleichsam versteckt, im zweiten Fall beginnt die Knorpelfläche des Kahnbeines am hinteren Rand der Gelenkfläche des Radius hervorzutreten.

Dieses Moment trete beim Fall auf die Hand ein und diese Ulnar-Abbiegung werde extrem durch das häufige Zerreißen des Ligament. collaterale ulnare. Dann könne das Os naviculare seine Druckwirkung gegenüber dem Radius bis zum Bruch steigern.

Es wird also nach Wolkowitsch die Fraktur vornehmlich herbeigeführt durch die wirkende Stoßkraft, die zu einer Verminderung der harten Masse der Handwurzelnochen

führt, bis diese die Möglichkeit gewinnen, auf das untere Ende der Speiche einen Druck auszuüben und schließlich das Abbrechen des letzten zu bewerkstelligen.

Poulsen erkennt gleichfalls die Bedeutung der Handwurzelknochen bei dem Bruch als ursächliches Moment an und überläßt dem lig. volare profundum nur die Fixierung der Handwurzelknochen, so daß sie während des Druckes nicht nach der Volarseite hinwirken, sondern sich mit voller Kraft gegen die Gelenkflächen des Radius, besonders gegen seine prominierenden dorsalen und äußeren Rand geltend machen können.

Lilienfeld erörtert und belegt durch zahlreiche Leichenversuche die Stellung der Handwurzelknochen zum Gelenk und kommt zu dem Ergebnis, daß die Radiusfraktur dann entsteht, wenn

„der Winkel des Vorderarmes in der Stellung zum Erdboden kleiner als 90° ist";

überschreitet die Stellung den rechten Winkel, dann entsteht zunächst ein Bruch des Kahnbeins und erst bei weiterer Gewalteinwirkung der Radiusbruch, der dann als Stauchungsbruch aufzufassen ist.

Zuppinger kann die Rißfraktur nicht anerkennen, da nach seiner Meinung ein solcher nicht mehr als ein „corticales Fragment" an der Bandinsektion abtrennen würde. Nach ihm kann die Form des typischen Radiusbruches nur gedeutet werden als eine Fraktur, die unter Schubwirkung auf der volaren Seite beginnt und als Biegungsbruch auf der dorsalen Seite endet. Die gleiche Ansicht des Schubbruches vertreten Quervain und Christen mit Zuppinger zusammen in ihrer „Allgemeinen Lehre von den Frakturen".

Nach ihnen muß man sich den ganzen Hergang des Mechanismus folgendermaßen vorstellen:

Der Fall nach vorn geschieht fast ausschließlich so, daß die zum Schutz ausgestreckte Hand im Bogen gegen die Erde schlägt. Nun denken wir uns die ganze Masse des Ober- und Unterarmes in Moleküle mit zirkulärer Anordnung zerlegt; diese kleinsten Teile empfangen eine Geschwindigkeit, die

von oben nach unten zunimmt, daß also die körperfernsten Teilchen sich in größter Geschwindigkeit befinden. Nun schlägt der distale Teil, d. h. mit anderen Worten, der mit der größten Molekulargeschwindigkeit versehene auf den Boden auf, sein Lauf ist gehemmt, der darüber liegende Teil jedoch kann mit seiner einmal erhaltenen Wucht fortlaufen und wird nun an dem zur Ruhe gekommenen untersten Teil gleichsam vorbeischieben, daraus wird ein Einriß senkrecht auf der volaren Fläche entstehen. Tritt jetzt keine weitere Kraft in Wirkung, dann wird der Schub in querer Richtung weitergehen bis zur völligen Kontinuitätstrennung des Knochens, es resultiert der reine Querbruch.

Meistens jedoch wird noch eine zweite Kraft zur Geltung kommen wollen, die Kräftekonkurrenz zwischen dem aufschlagenden, mit Wucht versehenen untersten Teil und dem Widerstand des Bodens. Weiterhin nimmt, ist einmal die erste Brucharbeit geleistet, die Wucht ab, und der Schub geht mehr in Biegung über; diese beiden Kräfte, oder sagen wir Gegenkräfte, vereint werden ihrerseits eine Abbiegung der Bruchlinie bewerkstelligen.

Wie schon gesagt, ist die Wucht des zirkulären Bogens groß genug, um auch nach dem Aufschlagen noch genügend Kraft zu entfalten, dann wird aber der reine Querbruch resultieren.

Ist dagegen die Reibung, der Geschwindigkeitsausgleich zwischen Boden und Hand größer — in ihrer Kraftentfaltung ist der Arm unter Längsdruck gesetzt — dann wird die Bruchlinie auch nach der Richtung der Knochenlängsachse umbiegen, um so mehr, je weniger die erste Kraft ihr Widerstand entgegensetzt und in der queren Richtung verharren will.

Also eine neue Theorie,

die der Schubwirkung,

aufgebaut auf der Molekulargeschwindigkeit. Ihr huldigt auch Rotter, der die Schubwirkung zu einem großen Teile an dem Entstehungsmechanismus der Radiusfraktur teilnehmen

läßt, jedoch kein Gegner der Stoß- und Gegenstoßauslegung sein will, wenn er sagt:

„Es wird durch die Einwirkung des Körpergewichtes ein Druck ausgeübt und zwar einerseits durch die gelenkige Verbindung von Capitulum radii und Humerus und andererseits durch den Boden in Übertragung durch die Handwurzelknochen."

Um den Mechanismus zu deuten, geht er von physikalisch-mechanischen Erörterungen aus.

Ein Stab von einer gewissen Elastizität, der an beiden Enden gelenkig verbunden gelagert ist, wird bei Einwirkung einer Kraft in der Mitte brechen infolge von Knickung.

Ein elastischer Stab, der an dem einen Ende gelenkig verbunden und am anderen Ende eingespannt gelagert ist, wird bei Einwirkung einer Kraft zwei Knickungswinkeln unterliegen, einmal mehr am eingespannten Ende, zum anderen an einer Stelle zwischen diesem und dem gelenkigen Ende, der erste Knickungswinkel wird ein größerer sein, und folgerichtig wird immer dort der Bruch entstehen.

Für die Art und Weise der Bruchlinie führt er eine andere Erwägung ins Treffen; sie wird nach Rotters Ansicht abhängen von der Unterstützungsstufe des unteren Stabendes, woraus sich folgende Möglichkeiten ergeben:

Einmal ist die Grundfläche des Stabes voll und lückenlos unterstützt, dann wird der Stab quer brechen, da die Kraft von oben nach unten und unten nach oben gleichmäßig wirken kann.

Zum zweiten unterstützt das Widerlager nur einen Teil der Grundfläche des Stabes, so werden die oberhalb des nicht unterstützten Teiles liegenden Massenteilchen ihre Geschwindigkeit — und eine solche erhalten ja alle Massenteilchen, sei es beim Stab, sei es beim Fall — beibehalten, und es muß nun in der Folge zu einem Abgleiten oder Abfließen derselben entlang dem gestauten Teile kommen, wodurch eine Schub- oder Scharwirkung an der Fläche zwischen dem ruhenden und dem sich weiter bewegenden Teil entsteht; die Bruchlinie wird dann oberhalb des Wider-

lagers beginnen und mehr oder weniger schräg gegen die nicht unterstützte Seite ablaufen.

Noch eine dritte Möglichkeit kann vorliegen: die Grundfläche ist an den beiden Seiten unterstützt, dazwischen liegt ein verschieden freier Raum. Dann wird bei Einwirkung einer Kraft in der Mitte ein Abgleiten der Massenteilchen stattfinden, an den Seiten Pressung eintreten und als Resultat die Bruchinie je nach ihren begleitenden Umständen T oder Y förmig erscheinen.

Übertragen wir nun einmal diese Verhältnisse auf den Radius und sein Verhalten gegenüber diesen mechanischen Erörterungen.

Das obere Ende, das als Kugelgelenk freie Beweglichkeit aufweist: gelenkige Lagerung des Stabes; das untere Ende des Radius, auf der Bodenfläche durch das gespannte Ende des Lig. carpi volare profundum und die straffen Sehnen der Flexoren, auf dem Rücken durch eine derbe Faszie und die Massen der Extensorensehnen fixiert als das eingespannt gelagerte Ende angesehen; der ganze Radius unterliegt zwei Knickungswinkeln, von denen der größere und eine Fraktur bewirken könnende mehr dem eingespannten Ende, also im Bereich der extremitas radii inferior liegt.

Nun noch die Form der Bruchlinie, die ja, wie dargestellt, vom Bruchlager abhängen soll. Dieses, dargestellt durch die beiden Handwurzelknochen des os naviculare und os lunatum. Ihre verschiedene Stellung bei Radial- oder Ulnarflexion, in Mittelstellung oder dorsaler Hyperextension, ihr Auseinanderweichen infolge Einwirkung des os capitatum, alles das schafft Möglichkeiten, wie sie bereits erwähnt sind: einmal Unterstützung durch ein geschlossenes Ganze, zum anderen ist nur ein Teil der Grundfläche unterstützt, und schließlich sind wohl an den Seiten zwei sich deckende Widerlager oder Grundflächen, aber in der Mitte besteht ein freier Raum, mit anderer Auswertung: die resultierenden Bruchlinien, wie immer nur sie möglich sind.

Und schrieb ich über die erste Erklärung des Entstehungsmechanismus

„Théorie musculaire“,

von der Lecomte sprach, als sei sie der Beachtung überhaupt nicht wert, so will ich einer neueren Arbeit nicht vergessen, die sichs zur Aufgabe stellt, auch bei Würdigung aller Leistungen und Erkenntnisse der Leichenversuche und der physikalisch-mechanischen Erörterungen doch nicht ganz außer acht zu lassen. daß der Mensch aus „Fleisch und Blut“ besteht und auch die Muskeln am Zustandekommen der typischen Radiusfraxturen einen gewissen Anteil haben.

Pfanner sieht die obere Extremität an als Stütze, „eingeschaltet zwischen fallendem Körper und Randfläche im Sinne einer reflektorischen Abwehrbewegung“. Und diese Abwehrbewegung ist ungewollt, unwillkürlich innerviert — denn selten einmal wird man eine richtige Angabe erhalten können, wie die Hand gestellt war usw., dann wird in der Folge diese unwillkürliche Innervation größte Muskelaktionen, ja auch Mitinnervation fern liegender, für den Augenblick gar nicht benötigter Muskeln auslösen. Pfanner stützt sich dabei auf Angaben eines Psychiaters, der selbst eine Radiusfraktur erlitt und der über Schmerzen in der Thoraxmuskulatur und im Kopfnicker zu klagen hatte, wo doch diese Teile einem direkten Insult nicht ausgesetzt waren. Kurz, die Armmuskulatur wird in den Zustand höchster Leistungsfähigkeit versetzt, die Gelenke im höchsten Maße stabilisiert, Agonisten und Antagonisten werden sich das Gleichgewicht zu halten versuchen. Der ganze Arm wird sich darbieten als ein ovaler konvexer straffer Bogen. Welcher Teil des Bogens ist nun am meisten gefährdet?

„In Betracht kommen vor allem jene Partien des Skelettabschnittes, die das Gerippe des volar konvexen Bogens bilden, die dorsal flektuierte Hand und des Vorderarmes.“

Die Handwurzelknochen werden imstande sein, dank ihrer gelenkigen Verbindung untereinander die auf sie einwirkende Kraft zu zerlegen und abzuschwächen. Der Radius hingegen, an sich wenig biegsam und starr, wird der Kraft erliegen und brechen.

Also ein Bogen, der der Kraft durch Knickung nachgibt, ein Bogen, der zwar schon vorhanden ist — denn immer wird ja die Hand leicht dorsal flektiert sein — der aber in jedem Ausweichen gehindert und durch den Zustand höchster Leistungsfähigkeit der Armmuskulatur erhalten bleibt in seiner Stellung,

mit Pfanners Worten:

„Biegungsbruch, ausgeöst durch Muskelhemmung."

So habe ich Jahrhunderte durchlaufen und Meinungen auftauchen, bestehen und wieder durch neue ersetzt werden sehen.

Stoß-, Gegenstoß- und Rißtheorie, in gemeinsamer Aktion als die typische Ursache der typischen Radiusfraktur angesehen, nachdem jede für sich jahrzehntelang anerkannt, durch weitere Jahrzehnte zur Geltung gebracht und auch heute nicht endgültig widerlegbar, wenn auch eine neuere Zeit geneigt ist, der Theorie von Stoß und Gegenstoß den Vorrang zu geben und den typischen Bruch am unteren Ende des Radius aufgefaßt wissen will als einen Biegungs-, Stauchungs- und Schubbruch.

Die Mehrzahl der Autoren, die ich im vorangegangenen Teile angeführt habe, hat bei der Beurteilung des Entstehungsmechanismus der typischen Radiusfraktur ausschließlich den Fall auf die Handfläche mit dazugehöriger Dorsalflexion in Betracht gezogen.

Doch weiß schon Malgeigne aus dem Jahre 1830 von drei Fällen zu berichten, wo ein Fallen auf den Handrücken das ursächliche Moment einer Radiusfraktur war.

Auch Linhart kannte Fälle, in denen bei erlittener Radiusfraktur die Angaben dahingingen, mit dem Handrücken zuerst aufgefallen zu sein; doch Linhart setzte starke Zweifel in solche Angaben und meinte, sicherlich seien die Patienten zuerst auf die Handfläche gefallen und erst nach erfolgtem Bruch sei dann die Hand auf den Rücken umgeschlagen, und diese letzte Tatsache sei erst den Patienten zum bewußten Bewußtsein gekommen.

Es wird dann weiter noch hier und da in der Literatur über Radiusfrakturen beim Fallen auf den Handrücken berichtet.

Kahleyß nahm wieder den Leichenversuch zu Hilfe und konnte auch bei Gewalteinwirkung auf den Handrücken typische Radiusfrakturen mit von hinten unten nach vorn oben verlaufender Bruchlinie erzeugen.

Durch die Freundichkeit des Herrn Oberarztes der chirurgischen Klinik der Universität Breslau kann ich über einen einwandfreien Fall auf den Handrücken und danach entstandener Radiusfraktur berichten.

Ein Patient erlitt beim Schneeschuhlaufen einen Unfall. Nach seinen Angaben fuhr er auf einem Schneefelde, dessen dicke Eisunterschicht mit einigen Zentimetern Neuschnee bedeckt war; er kam dabei nach der linken Seite zu Fall. Beide Hände hielten den Stab umfaßt, also befand sich auch die linke Hand sicherlich in leichter Volarflexion. Und nun ist diese den Stab umfaßt haltende Hand gegen die Eisdecke aufgeschlagen, und der Enderfolg war eine Radiusfraktur.

Das Röntgenbild in verschiedenen Aufnahmen zeigt folgenden Befund.

Bruch des Radius in seinem unteren Anteil etwa 18 bis 20 mm oberhalb des Gelenks mit leichter radialer Verschiebung des unteren Fragments. Die Bruchlinie beginnt dorsal unten, verläuft zunächst einige Millimeter quer und endet in weiterem schrägen Verlauf volar und oben. Das untere Fragment ist deutlich nach der Vola zu verschoben unter luxationsähnlicher Mitverschiebung der Handwurzel. Auf allen Aufnahmen zeigt sich ein kleiner Abriß der obersten Spitze des processus styloideus ulnae.

Wie kann ich diesen Befund mit den vorweg angeführten Theorien in Einklang bringen!

Stoß — Gegenstoß gilt natürlich auch im vorliegenden Falle. Ob eine abreißende Wirkung des bei der Volarflexion in Tätigkeit gewesenen Bandapparates in Erwägung zu ziehen ist, möchte ich dahingestellt sein lassen. Ich

glaube, um mit Pfanner zu reden, daß die durch die unwillkürliche Innervation maximal in Aktion gesetzten Agonisten und Antagonisten der Armmuskulatur, sich im Gleichgewicht haltend, eine solche Hyperextension, wie sie notwendig wäre zu einem Riß, der eine Fraktur bewerkstelligen könnte, gar nicht zulassen. Vielmehr mag auch hier dem Band lediglich eine die Handwurzelknochen fixierende Wirkung zugewiesen bleiben.

Ich kann nicht umhin, in diesem Falle Quervain-Zuppinger-Christens Ansicht zu verwerten.

Noch einmal wiederholt: der ganze Arm, zerlegt gedacht in zirkulär angeordnete Moleküle, die insgesamt eine bestimmte Geschwindigkeit erhalten, die zunimmt in ihrer Summierung der Fortpflanzung von oben nach unten.

Nun schlägt zuerst das Dorsum in der Gegend Handwurzel — unteres Radiusende auf. Der Geschwindigkeit dieser Teilchen ist auf einmal Einhalt geboten, die darüber liegenden Moleküle dagegen behalten ihre Geschwindigkeit bei und schieben zunächst in querer Richtung an dem zur Ruhe gekommenen Teil vorbei.

Das Röntgenbild gibt dem recht, die Bruchlinie beginnt quer. Woher aber nun die abgeänderte schräge Richtung? Es muß im weiteren Verlauf des Bruchmechanismus noch eine mächtigere Gewalt in Erscheinung treten. Und das ist die Gewalt von Stoß und Gegenstoß vereint mit der Biegung. Und die Resultante dieser Kräfte kommt zum Ausdruck in dem weiteren schrägen Verlauf der Bruchlinie und zwar schräg nach oben, da ja in diesem Falle der der Spannung unterliegende Bogen nach dem Dorsum zu seine größte Konvexität trägt und dort die Kräfte ihre größte Gewalt zur Auswirkung bringen können.

Ein Wort noch zur volaren Verschiebung des unteren Fragments. Wie das erklären? Ich komme zurück auf die erste Erwägung, die Massenteilchen in Bewegung, die Richtung ihrer Auswirkung nach dem Dorsum zu, das ja als vorangehender Teil nach dem Erdboden hinstrebt. Nun wird

die Geschwindigkeit der untersten Teilchen schlagartig gehemmt.

Newtons erstes Axiom

Actio—Reactio.

Nun gut, ist es nicht denkbar, daß diese Teilchen, noch weiter mit Energie versehen, durch den Bodenwiderstand rückläufig nach der Vola zu eine erneute Geschwindigkeit zur Auslösung bringen? Und dazu die Weiterbewegung der nicht in ihrer Richtung und Kraft verminderten darüberliegenden Teilchen, muß daraus nicht eine Verschiebung nach der vola resultieren?

Das Röntgenbild gibt uns die bejahende Antwort.

Im übrigen hat die Heilungsdauer der erwähnten Fraktur 3 Wochen in Anspruch genommen. Danach hat Patient schon wieder eine Totalexstirpation des Kehlkopfes mit gewohnter Geschicklichkeit ausführen können.

Ein glänzendes Zeugnis dafür, wie die Praxis in Verfolg der Theorien bestmöglichste Behandlungsmethoden erforscht und zur Anwendung bringt zur Heilung der Körperschäden.

Literaturverzeichnis.

1. Dupuytren: Des fractures de l'extrémité inférieure du radius Leçons orales. 1834.
2. Malgaigne: Traité des fractures et luxations. 1847. Deutsch bearbeitet von C. G. Burger. 1850.
3. Linhart: Die Brüche der unteren Epiphyse des Radius durch Gegenstoß. Zeitschrift der Gesellschaft der Ärzte in Wien. 1852.
4. — Beiträge zur Lehre von' Brüchen der unteren Epiphyse des Radius. Würzburger medizinische Zeitschrift. 1866.
5. Voillemier: Mémoires sur les fractures de l'exrémité inférieure du radius. Recherches nouvelles. XIII. 1842.
6. Lecomte: Recherches nouvelles sur les fractures indirectes de l'extrémité inférieure du radius. Archives générales de medicine. XVI. 1860. XVII. 1861.
7. Löbker: Deutsche medizinische Wochenschrift. 1885.
8. Bähr: Die typische Radiusfraktur und ihre Entstehung. Zentralblatt für Chirurgie. 1894.
9. Hennequin: Considérationes sur le mécanisme, les symptomes et le tractement des fractures de l'extrémité inférieure du radius consécutives aux chûtes sur le poignet. Revue de chirurgie. 1894.
10. Kahleyß: Beitrag zur Kenntnis der Frakturen am unteren Radiusende. Deutsche Zeitschrift für Chirurgie. 1897.
11. Destot und Gallois: Recherches physiologiques et expérimentales sur les fractures de l'extrémité inférieure du radius. Revue de Chirurgie. 1898.

12. Hoffa: Lehrbuch der Frakturen und Luxationen. 1904.
13. Wolkowitsch: Einige Daten über den Mechanismus der Entstehung der Radiusfrakturen an typischer Stelle. Langenbecks Archiv für klinische Chirurgie. 1906.
14. Poulsen: Studien über die sogenannte typische Radiusfraktur. Langenbecks Archiv, Band 80.
15. Rosenbach: Über den Bruch des Radius am unteren Ende. Langenbecks Archiv für klinische Chirurgie, Band 66.
16. Lexer: Zur Behandlung der typischen Radiusfraktur. Zentralblatt für Chirurgie. 1906.
17. Lilienfeld: Über den klassischen Radiusbruch. Langenbecks Archiv für klinische Chirurgie, Band 82.
18. — Über die Erzeugung der typischen Verletzungen der Handwurzelknochen und des Radiusbruches auf indirektem Wege an der Leiche. Zeitschrift für orthopädische Chirurgie, Band 20. 1908.
19. Helferich: Atlas und Grundriß der traumatischen Frakturen und Luxationen. 1911.
20. Zuppinger: Beitrag zur Lehre von der typischen und supracondylären Radiusfraktur. Langenbecks Archiv für klinische Chirurgie, Band 94.
21. Quervain, Zuppinger, Christen: Allgemeine Lehre von den Knochenbrüchen. 1913.
22. Handbuch der praktischen Chirurgie. 1914.
23. Wullstein - Wilms: Lehrbuch der Chirurgie. 1919.
24. W. Pfanner: Über die typische Radiusfraktur. Archiv für orthopädische und Unfall - Chirurgie, Band XVII. 1919.
25. Rotter: Über Frakturen am unteren Ende des Radius. Deutsche Zeitschrift für Chirurgie, Band 156. 1920.

Lebenslauf.

Ich, Alfred Ernst Wagner, bin am 29. August 1894 als der Sohn des städtischen Steuereinnehmers Hermann Wagner und seiner Frau Anna, geb. Tonke, zu Neurode im Eulengebirge geboren, katholisch getauft und im Elternhaus erzogen worden. Von Ostern 1900 bis 1905 besuchte ich die katholische Volksschule zu Neurode, trat Ostern 1905 in die Sexta der höheren Knabenschule daselbst ein, bestand Ostern 1908 die Aufnahmeprüfung in die Untertertia des Gymnasiums zu Glatz, wo ich Ostern 1914 das Reifezeugnis erhielt. Nach zweisemestrigem Studium der Medizin in Breslau wurde ich im März 1915 zum Heereskriegsdienst eingezogen, um im November 1918 nach erfolgter Entlassung meine Studien in Breslau wieder aufzunehmen. Im Juli 1919 bestand ich das Tentamen physicum, im Juli 1921 das medizinische Staatsexamen bei der medizinischen Fakultät der Universität Breslau. Nach abgeleisteter Medizinalpraktikantenzeit bin ich seit Januar 1922 als Assistenzarzt am Knappschaftslazarett Neurode beschäftigt.

Staatsangehörigkeit Preußen.